

## Estudio de la variación en plantas de una colección de ricino

Por N. Alburquerque y M. J. Pascual-Villalobos\*

Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua, Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, Estación Sericícola, 30150 La Alberca, Murcia

### RESUMEN

#### Estudio de la variación en plantas de una colección de ricino

El ricino es un cultivo oleaginoso cuyo aceite se utiliza en cientos de aplicaciones industriales, recientemente ha aumentado el interés por la especie debido a la política de investigación europea.

En este trabajo se estudia la variabilidad existente en una colección de germoplasma de nueve genotipos cultivada en el Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de Murcia.

Se obtuvieron diferencias significativas en precocidad, altura de plantas, peso de 1.000 semillas, rendimiento, espinosidad y dehiscencia de cápsulas, color y cerosidad de tallos, jaspeado de semillas, etc. Se estudió la variación por medio de un análisis de componentes principales y se agruparon los genotipos según un análisis de enjambres. En la colección estudiada, se encuentran presentes los genes responsables de indehiscencia de cápsulas, cápsulas sin espinas, enanismo, precocidad, cerosidad y otras variantes morfológicas así como genotipos con semillas de mayor tamaño o mayor rendimiento. Por otra parte, el ricino manifestó una buena adaptación al cultivo en primavera y regadío en el sureste español.

**PALABRAS-CLAVE:** Evaluación de germoplasma – Ricino – «*Ricinus communis*».

### SUMMARY

#### Study of the variability in a germplasm collection of castor

The castorbean oil is used in hundreds of industrial applications and the interest in this oilseed crop has increased in recent years due to the european research policy.

In this work, we studied the variability present in a germplasm collection of nine accessions grown at Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario in Murcia.

Significant differences were found in earliness, plant height, 1.000 seed weight, yield, spininess and dehiscence of capsules, colour and bloom of stems, seed mottling etc. Principal components and cluster analyses were used to study the variation and for genotype grouping. In this collection, several genes of agronomic interest are present: indehiscence, spineless capsules, dwarfism, earliness, bloominess, and other morphological variants together with genotypes of bigger seeds and high yield. On the other hand, castor has shown a good adaptation to be grown in spring with irrigation at southeast Spain.

**KEY-WORDS:** Castorbean – Germplasm evaluation – «*Ricinus communis*».

### 1. INTRODUCCIÓN

El aceite de ricino es uno de los aceites vegetales más versátiles puesto que puede ser sometido a diversos tipos de transformaciones químicas. Se utiliza (1) en la producción de ácido sebácico para obtención de plásticos, nylon, lubricantes, aceites para motores de aviación, fluidos hidráulicos, recubrimientos, aceites de secado rápido para pinturas y barnices, resinas, tintes textiles, tintas de impresión, productos farmacéuticos, cosméticos, etc.

El ricino (*Ricinus communis* L.) es una oleaginosa que contribuye un 0,5-1% al total mundial de producción de aceite. El aceite (50% del peso de la semilla), obtenido del endospermo por prensado mecánico y extracción con disolventes, contiene un 85% del ácido graso hidroxilado denominado ricinoleico ( $C_{17}H_{32}OH\cdot COOH$ ) que le confiere sus propiedades (2). Las semillas se recolectan en parte de plantas semisilvestres y también de plantas cultivadas. Los principales países productores son India, Brasil, Rusia, China y Tailandia y los importadores: EE.UU., Rusia, Unión Europea y Japón. La especie se adapta al cultivo en regiones tropicales y templadas y recientemente se está financiando en Europa la investigación y desarrollo en el ricino como un cultivo oleaginoso no alimentario.

La variabilidad morfológica presente en poblaciones silvestres es grande (1) y por mejora genética se han desarrollado híbridos  $F_1$  (3) muy productivos y adaptados a la recolección mecanizada.

En este trabajo, se estudió la variabilidad existente en una colección de germoplasma de ricino con objeto de identificar aquellos caracteres presentes en los distintos genotipos que sean de interés en futuros experimentos de agronomía y mejora con la especie.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

El material vegetal utilizado (Tabla I) consistió en 9 genotipos de ricino de distintos orígenes geográficos suministrados por el banco de germoplasma del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Tabla I  
Material vegetal

Código	N.º identificación USDA <sup>1</sup>	Origen	Nombre cultivar
1	–	EEUU	Hale
2	PI 167112	Turquía	–
3	PI 179028	Turquía	5
4	PI 183470	India	–
5	PI 213021	India	–
6	PI 257456	Suráfrica	–
7	PI 267937	India	–
8	PI 277024	Argentina	–
9	PI 461404	Brasil	D.C. Giacometti 91

<sup>1</sup> Correspondiente al Banco de germoplasma del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Se sembraron 20 semillas de cada muestra (10 golpes dobles que se aclararon a una planta por golpe después de la emergencia) en una parcela de la finca experimental «Estación Sericícola» perteneciente al Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario de Murcia. La textura del suelo se puede clasificar como franco-arcillo-arenosa. La separación entre plantas en la línea de siembra fue de 0,5 m y el riego se suministró por goteo. La frecuencia de riego fue de una a tres veces por semana (con una duración de dos horas) aumentando la misma a partir de los dos meses de la siembra. La dosis total de agua aportada durante el cultivo fue de 400 mm. La siembra se realizó a mediados de febrero (1995). El control de malas hierbas se realizó a mano y no se aplicó abonado ni ningún tratamiento fitosanitario. Las plantas florecieron y fructificaron en condiciones de polinización libre. La recolección de los racimos se hizo de forma manual, embolsando previamente los mismos por si las plantas presentaban dehiscencia de las cápsulas. La recolección se realizó de forma escalonada durante agosto y septiembre de 1995 según la precocidad de cada planta.

Se estudiaron las siguientes características en cinco plantas de cada genotipo:

- precocidad (días desde la siembra hasta el inicio de floración);
- altura total de plantas (cm) en floración, maduración y recolección.
- número de nudos hasta el racimo primario.
- longitud del entrenudo (cm).
- longitud del racimo primario (cm).
- número de cápsulas del racimo primario.

- número total de racimos por planta.
- espinosidad de las cápsulas (0=sin, 1=con).
- dehiscencia de las cápsulas (0=no, 1=sí).
- cerosidad de los tallos (escala creciente 0-3).
- color de los tallos (escala 1=verdes, 2-4=rojos).
- jaspeado de la semilla (escala creciente 1-3).
- prominencia de la carúncula en semilla (escala creciente 0-1).
- rendimiento en semilla por planta (g).
- peso de 1.000 semillas (g).

Los resultados se estudiaron por medio de análisis de varianza, para detectar diferencias significativas entre genotipos utilizando el test F, y se resumieron en forma de tablas de medias. Se calcularon también los coeficientes de correlación entre los distintos caracteres. Por otra parte, se realizó un análisis de componentes principales para identificar los caracteres más relevantes que explicaran la variación encontrada. Finalmente, se estudió la diversidad de los genotipos de ricino basada en un análisis de enjambres. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el programa Genstat 5.

## 3. RESULTADOS

En la Tabla II se incluyen los valores medios de algunos de los caracteres estudiados.

Los genotipos presentan diferencias claras en cuanto a precocidad, los números 2, 3 y 5 son más precoces mientras que el n.º 9 es el más tardío ya que necesita 108 días para florecer. El número de nudos hasta el racimo primario presenta un rango de 5 a 19 existiendo una relación negativa con la precocidad.

La altura total de planta es variable en el rango 73-170 cm, destacando el genotipo n.º 1 por ser enano y el n.º 2 por ser el más vigoroso (Tabla II). En la Figura n.º 1 se representa la evolución en la altura de las plantas desde el inicio de floración y se observa que salvo los dos casos anteriormente mencionados, los otros genotipos aunque presentan diferencias se pueden considerar del mismo tipo. La longitud del entrenudo (Tabla II) indica la presencia del gen del enanismo ya que éste produce entrenudos cortos, tal es el caso del cultivar Hale (n.º 1) con un entrenudo de 2,6 cm frente al valor medio de 5,7 cm.

El rendimiento en semilla por planta tiene un valor medio de 77,6 g pero destacan los genotipos n.º 1 y n.º 2 con 146 g. El valor medio para el peso de 1.000 semillas (media 336 g) es muy diferente entre las distintas muestras, teniendo las muestras n.º 4, 7 y 9, semillas de menor tamaño.

En cuanto al número total de racimos, el ricino se caracterizó por tener un racimo primario, de 0 a 2 secundarios y de 0 a 4 terciarios. La variedad Hale (n.º 1) tuvo un número total de 7 racimos, mientras que en los otros casos fueron más comunes valores de 3 a 5.

Tabla II  
Tabla de medias

Genotipo (n.º código)	Precocidad (días a floración)	Nudos hasta racimo 1º (n.º)	Altura en maduración (cm)	Longitud del entrenudo (cm)	Rendimiento (g semilla/planta)	Peso (g) 1.000 semillas
1	94,0	10	75,5	2,6	146,1	368,9
2	82,4	12,4	135,8	7,3	146,4	418,5
3	81,4	9,2	101,0	6,8	96	442,6
4	95,0	10,8	108,2	5,4	51,3	265,8
5	82,7	7,8	100,3	5,1	92,7	333
6	98,6	11,5	114,0	6,2	81,4	364,4
7	97,8	11,6	118,2	4,7	49,0	246,9
8	99,4	12,2	122,0	6,8	44,5	366,5
9	108,4	14,8	90,0	4,2	31,8	236,8
Rango	78 - 125	5 - 19	73 - 170	1,9 - 8,5	10,3 - 318,6	142 - 504
Media	93,2	11,2	109,5	5,7	77,6	336
e.s.d <sup>1</sup>	4,82	1,56	12,6	0,58	31,98	37,7
g.l. <sup>2</sup>	36	36	36	36	36	36
F <sup>3</sup>	7,4***	3,3**	3,1*	9,55***	2,9*	7,6***

<sup>1</sup> Error estándar de la diferencia

<sup>2</sup> Grados de libertad

<sup>3</sup> ns = no significativo, \*, \*\*, \*\*\* = significativo al 5%, 1% y 0,1% respectivamente

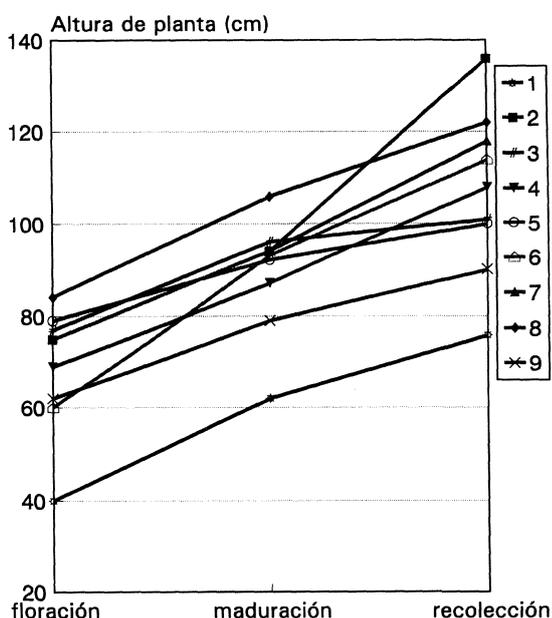


Figura 1

Evolución de la altura de las plantas de ricino desde el inicio de floración hasta la recolección (los números indican el código de identificación para cada genotipo)

Todas las plantas presentaron cápsulas con espinas salvo una planta del genotipo n.º 6 (procedente de Suráfrica). Por otra parte, las muestras n.º 1, 4, 8 y 9 fueron indehiscentes mientras que el resto presenta-

ron tanto plantas dehiscentes como indehiscentes. Las semillas tuvieron menor jaspeado en los n.ºs 7 y 9 y la carúncula fue menos prominente en el n.º 6.

El color de tallos fue verde en la variedad n.º 1 y rojo en los demás casos, aunque con mayor intensidad en los n.ºs 3, 8 y 9. La cerosidad en tallos fue más evidente en los genotipos n.ºs 1, 6 y 7 aunque se presentaba en todos los casos excepto los n.ºs 8 y 9.

El análisis de componentes principales (Tabla III) indica que de los caracteres estudiados los que explican la variación existente son: rendimiento, peso de 1.000 semillas, altura de planta, longitud y número de cápsulas del racimo primario.

En la Figura 2 se agrupan los genotipos según el análisis de enjambres. Para un nivel de similaridad del 95%, todos los genotipos son diferentes aunque para niveles menores se pueden agrupar. La variedad enana (n.º 1) aparece separada del resto. La agrupación de las otras procedencias coincide en ocasiones con el mismo origen geográfico, por ejemplo n.º 4, 5 y 7 de India, pero en otras sucede lo contrario (n.º 2 y 3 de Turquía).

Se obtuvieron coeficientes de correlación significativos entre algunos de los caracteres estudiados: altura de plantas y longitud de entrenudo (0,76), número de días a floración y rendimiento (-0,67), longitud del racimo primario y rendimiento (0,69) y peso de 1.000 semillas y rendimiento (0,71).

#### 4. DISCUSIÓN

En la colección de ricino estudiada, se encuentran presentes los genes responsables de diversos caracte-

Tabla III  
Coeficientes del análisis de componentes principales

Carácter	Componente principal		
	1	2	3
Precocidad	0,083	0,013	0,000
Altura en floración	-0,002	0,338	-0,179
Altura en maduración	-0,034	0,306	-0,625
Longitud del entrenudo	-0,008	0,038	-0,029
Longitud racimo primario	-0,045	-0,089	-0,187
Número racimos	-0,001	-0,041	0,038
Número cápsulas racimo 1. <sup>o</sup>	-0,063	-0,060	-0,697
Espinosidad de cápsulas	0,000	-0,000	0,000
Cerosidad de tallos	-0,002	-0,014	-0,003
Indehiscencia de cápsulas	-0,001	-0,000	-0,006
Color de tallos	0,001	0,018	-0,001
Jaspeado de la semilla	-0,003	0,000	0,002
Prominencia de carúncula	0,000	0,000	0,000
Rendimiento en semilla	-0,426	-0,798	-0,167
Peso de 1.000 semillas	-0,897	0,376	0,162
% variación explicada	80,29	11,18	5,91

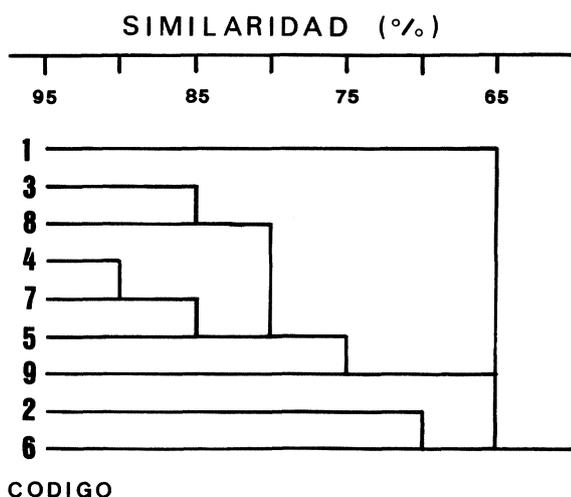


Figura 2  
Diversidad de los genotipos de ricino basada en el análisis de enjambres

teres de interés agronómico: indehiscencia de cápsulas, cápsulas sin espinas, enanismo, precocidad, cerosidad, semillas grandes, así como otras variantes morfológicas: color de tallos, intensidad del jaspeado de semilla y de la carúncula, racimos de distinta longitud y número de cápsulas, etc. También se han identificado genotipos de mayor o menor rendimiento en semilla.

Los racimos de ricino tienen flores femeninas en la parte superior y masculinas en la inferior, aunque existan líneas sólo femeninas (3) debido a la presencia de un solo gen recesivo que produce ausencia de flores estaminadas. Este carácter (no observado en esta colección) es muy útil para la producción de semilla  $F_1$ .

Según Atsmon (2), en ricino no se produce depresión por autofecundación y la principal ventaja de los híbridos  $F_1$  no se debe al vigor sino a su tendencia a poseer sólo flores femeninas, lo que produce mayor número de cápsulas y como consecuencia mayor rendimiento.

La variedad Hale (n.º 1) es un cultivar de entrenudos cortos (4) que puede tener utilidad como macho para cruzamientos, por ser precoz y de grandes racimos.

El control genético de algunos de los caracteres presentes en la colección ha sido publicado por otros autores (5).

La presencia de cera recubriendo los tallos tiene dominancia total o parcial sobre su ausencia y puede conferir resistencia a insectos (6) y mayor tolerancia a las altas temperaturas (7) por lo que según Zimmerman (1), las variedades con cera son más productivas en zonas cálidas.

La presencia de espinas en las cápsulas dificulta la recolección y depende de un gen con dominancia parcial sobre la ausencia.

El enanismo se debe a un gen recesivo y la dehisencia de cápsulas es dominante aunque el control genético no es simple, dependiendo de 1 a 3 genes. La longitud del racimo es un carácter cuantitativo.

La mejora de la especie se inició a principios del siglo XX en EE.UU. y Rusia, habiéndose obtenido variedades comerciales desde los años 50 e híbridos desde los 70. Los métodos de mejora deben considerar la alta frecuencia de polinización cruzada del ricino (1).

El ricino presenta gran variabilidad dentro de la misma especie y esta reducida colección incluye buena parte de la misma y puede servir como punto de partida para ser utilizada en programas de mejora. Desde un punto de vista agronómico, el ricino ha manifestado buena adaptación al cultivo en zonas cálidas con ciclo de primavera y regadío.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a M. Martínez su ayuda en la trilla de semillas. Este trabajo ha sido realizado con una beca de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de Murcia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Zimmerman, L.H. —«Castorbeans: a new oil crop for mechanized production».— Adv. Agron. **10** (1958) 257-288.
- Atsmon, D. —«Castor».— In: Oil crops of the world, their breeding and utilization (Röbbelen, G; Downey, R.K. and Amram, A., eds.), McGraw-Hill, New York, EE.UU. (1989) 438-448.
- Brigham, R.D. —«Production of  $F_1$  Hybrid Castor (*Ricinus communis* L.) seed in Texas».— In: New Industrial Crops and Products (Naqvi, H.H.; Estilai, A. and Ting, I.P., eds.), Office of Arid Lands Studies, University of Arizona, EE.UU. (1992).

4. Brigham, R.D. –«Registration of castor variety Hale».–  
Crop Sci. **10** (1970) 457.
5. Moshkin, V.A. (ed.) –«Castor».– Amerind Publishing co.  
Pvt. Ltd, New Delhi, India (1986).
6. Weiss, E.A. (ed.) –«Oilseed crops».– Longman, New York,  
EE.UU. (1983) 31-100.
7. Singh, D. –«Castor».– In: Evolution of crop plants  
(Simmonds, N.W. ed.), Longman Scientific and Technical,  
London, U.K. (1976) 84-86.

Recibido: Noviembre 1995  
Aceptado: Marzo 1996